

Évolution de la valeur fertilisante du lisier de porcs au cours de la vidange de la fosse de stockage Influence du brassage

P. LEVASSEUR, Céline BOYARD, J.C. VAUDELET, P. ROUSSEAU

*Institut Technique du Porc
Pôle Techniques d'Élevage - B.P. 3, 35651 Le Rheu Cedex*

Évolution de la valeur fertilisante du lisier de porcs au cours de la vidange de la fosse de stockage. Influence du brassage

L'objectif de ces travaux était d'étudier d'une part l'évolution de la composition du lisier dans l'épandeur au cours de la vidange de la fosse de stockage extérieure et d'autre part, l'efficacité du brassage sur la qualité de l'homogénéisation du lisier dans la fosse et à l'épandage. 30 élevages ont été retenus et répartis en trois niveaux de brassage. Les éleveurs du groupe 1 ne réalisent aucun brassage au moment de l'épandage, ceux du groupe 2 brassent le lisier uniquement avant de commencer à épandre et ceux du groupe 3 brassent avant et pendant la période d'épandage. Le taux de vidange de la fosse de stockage influence significativement la densité du lisier épandu. Après une légère baisse en milieu de vidange, la densité augmente de 7 points entre 60 et 80 % du taux de vidange de la fosse de stockage, soit une augmentation du taux de matières sèches de + 31 %. La concentration en azote ammoniacal se stabilise entre 2,8 et 3,0 g/l en cours d'épandage, cet élément soluble semble mieux réparti dans le lisier. Dans notre enquête, la mise en oeuvre d'un système de brassage n'a pas permis de réduire l'enrichissement du lisier en fin de vidange par contre, nous avons constaté une importante réduction de la variabilité de la composition du lisier en cours d'épandage. L'écart-type de la composition du lisier épandu était de 29,9 pour le groupe 1 contre 13,7 et 13,0 g MS/l pour les groupes 2 et 3.

Evolution in the fertilising value of pig slurry during storage pit emptying. Influence of mixing

The aim of the present study was twofold : firstly, to investigate the evolution in the composition of pig slurry in the spreader during the process of emptying the storage pit and secondly, to study mixing efficiency of slurry in the storage pit and during spreading. Thirty farms were selected and divided into 3 groups according to the level of mixing. Farmers from the first group did not mix slurry during spreading; in the second group, slurry was only mixed before spreading and in the last group, mixing was performed before and during spreading. During the emptying of the storage pit, the density changed significantly. After a slight decrease in density, observed during the middle phase of emptying (60 to 80% of the slurry had been removed from the pit), density increased by 7 points, which corresponds to a 31% increase in dry matter. During the spreading period, ammonia nitrogen concentration was stable, between 2.8 and 3.0 g/l, therefore, this soluble nutrient appears to be better distributed in slurry. In our survey, mixing did not significantly reduce the enrichment of slurry at the end of emptying. Nevertheless, we observed a large reduction in the variability of slurry composition during spreading. The standard deviation of the composition of the slurry spread was 29.9 g DM/l for the first group compared with 13.7 and 13.0 g DM/l for the second and the third groups, respectively.

INTRODUCTION

Les déjections de porcs sont essentiellement épandues sous forme de lisier. La réglementation sur l'allongement de la durée potentielle de stockage favorise le développement de fosses extérieures où le lisier peut sédimenter plusieurs mois. La formation d'une stratification risque d'être à l'origine d'une répartition irrégulière des éléments fertilisants au champs. Le code des bonnes pratiques agricoles (arrêté du 22 novembre 1993) recommande le brassage pour l'épandage d'un lisier homogène. Les éleveurs le mettent également en pratique pour vidanger au maximum la couche sédimentaire qui se retrouve en fond de fosse de stockage.

Cependant, l'évolution de la valeur fertilisante du lisier en cours d'épandage et l'efficacité des techniques de brassage ne sont pas très bien connues. Le peu d'études disponibles n'ont été obtenues que sur un trop faible effectif de fosses (KEUNING [1986, cité par PRINS et SNIJDERS, 1987]; EDE des Pays de la Loire, 1988, non publié) et ne sont pas toujours représentatives des volumes de fosses et du matériel rencontré en élevage (CUMBY et SLATER, 1990). En suivant les épandages de lisier dans 30 élevages, les objectifs de cette étude étaient donc d'étudier l'évolution de la composition du lisier à l'épandage en fonction du taux de vidange de la fosse de stockage et du niveau de brassage.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Choix des élevages, matériel d'analyse du lisier

1.1.1. Définition des niveaux de brassage

Une enquête préalable effectuée par l'Institut Technique du Porc (Guingand, 1997, Communication personnelle) auprès de 150 éleveurs de la région Bretagne, nous a permis de définir 3 niveaux de brassage pratiqués par les éleveurs dans la fosse de stockage, au moment de l'épandage :

- . Groupe 1: aucun système de brassage n'est employé.
- . Groupe 2: le lisier est brassé uniquement avant l'épandage.
- . Groupe 3: le brassage a lieu avant et pendant l'épandage.

Lorsque la période d'épandage se déroule sur plusieurs jours, les fosses du groupe 2 sont brassées à chaque début de journée, avant que ne débute la reprise du lisier.

1.1.2. Choix des élevages

À partir d'un fichier d'adresses de 70 élevages de porcs en Ille-et-Vilaine et Côtes d'Armor, fourni par des groupements de producteur, nous avons retenu 10 élevages pour chacun des groupes étudiés. Leur sélection a été conditionnée par la présence d'une fosse de stockage extérieure accessible pour l'expérimentateur, l'absence de vidange des pré-fosses en cours d'épandage, la possibilité d'une vidange aussi complète que possible de la fosse de stockage sur une courte période et la possibilité d'échantillonner le lisier dans l'épandeur. Ces épandages ont été réalisés entre le 1^{er} mars

et le 18 mai 1998, sur des surfaces essentiellement destinées au maïs.

1.1.3. Analyse du lisier

Pour nos analyses, nous avons utilisé un Quantofix. Cet appareil permet de mesurer rapidement la concentration en azote ammoniacal des lisiers de porcs. La précision des estimations par rapport à des analyses de laboratoire donne, selon les auteurs, des coefficients de corrélation de 0,94 à 0,98 (TUNNEY et BERTRAND, 1989). L'azote total est ensuite estimé en multipliant la concentration en azote ammoniacal par un coefficient K qui varie de 1,4 à 1,7 pour un taux de matières sèches du lisier qui varie de 1,1 à 9,3 % (BERTRAND, 1985). Nous avons également utilisé un densimètre étalonné de 1000 à 1060 g/l pour estimer le taux de matières sèches et la concentration des principaux éléments fertilisants du lisier (BERTRAND, 1985). Selon les auteurs, les coefficients de corrélation de l'estimation du taux de matières sèches par densimétrie par rapport à des analyses de laboratoire varient de 0,72 à 0,99 (TUNNEY et BERTRAND, 1989). En ce qui concerne les autres éléments fertilisants, l'estimation est moyenne pour l'azote total et P₂O₅. L'estimation des éléments solubles K₂O et NH₄⁺ est considérée comme médiocre, ils ne seront pas retenus pour les analyses statistiques. Toutes les valeurs de densité sont ajustées en fonction de la température du lisier (BERTRAND, 1985).

1.2. Protocole expérimental

Lors d'une séquence d'épandage, nous avons réalisé des analyses de lisier issu de la fosse de stockage et de l'épandeur. Nous avons également noté le stade physiologique des porcs à l'origine du lisier, le volume de lisier stocké et les temps de brassage pratiqués.

1.2.1. Mesures réalisées dans la fosse de stockage

L'échantillonnage du lisier dans la fosse de stockage a été réalisé à l'aide d'une sonde à prélèvement de 2,50 m, une tringle métallique permettant de la fermer ou de l'ouvrir à son extrémité. Tous les prélèvements ont été réalisés sur le côté de la fosse où s'effectue la reprise du lisier par l'épandeur. Pour pouvoir connaître simultanément la composition du lisier de l'ensemble d'une fosse de stockage et sa stratification, BERNARD (1994) recommande d'échantillonner le lisier sur 5 niveaux de hauteur équidistants. Pour des raisons pratiques, les trois niveaux intermédiaires ont été regroupés. Nous avons donc étudié trois niveaux de hauteur: la strate 1 correspondant à la partie surnageante du lisier (20 premiers cm), la strate 2 allant du 1/4 aux 3/4 de la hauteur de lisier et la strate 3 pour le fond de la fosse. Un coefficient de pondération de 3/5 est attribué à la strate intermédiaire pour le calcul de la composition globale du lisier. Il correspond au volume respectif de lisier échantillonné.

L'analyse du lisier selon cette technique est réalisée dans toutes les fosses de stockage avant brassage pour étudier la stratification d'un lisier au repos et après brassage, pour en mesurer son efficacité. Lorsque le brassage est permanent, la

seconde série d'échantillonnage est réalisée au moment où débute l'épandage.

1.2.2. Mesures réalisées à partir de l'épandeur

Le prélèvement de lisier dans l'épandeur permet d'avoir un échantillon représentatif du lisier réellement épandu (DELISLE, 1995, cité par BEAUDET, 1996). Les prélèvements sont effectués par l'orifice de remplissage de l'épandeur à la fin de la reprise du lisier. Ils sont réalisés, au début, à 20, 40, 60 et 80 % de la vidange de la fosse de stockage (en l'absence de puisard, il n'est pas possible d'obtenir une vidange totale). Pour chaque taux, les analyses sont réalisées sur deux tonnes successives.

1.3. Traitements statistiques

Sur les 30 élevages initialement prévus, 28 ont pu être suivis. Leurs données ont été analysées en utilisant la procédure G.L.M. (General Linear Model) du logiciel S.A.S. (Statistical Analysis System, 1990). Pour l'étude de l'évolution de la composition du lisier dans l'épandeur au cours de la vidange de la fosse de stockage, le modèle a tenu compte des effets de l'origine du lisier, du taux de vidange et de l'interaction entre le groupe de brassage et le taux de vidange. La concentration en azote ammoniacal et la densité obtenues en début de vidange sont rentrées en covariables. Pour l'étude de l'efficacité de brassage dans la fosse de stockage, les effets de la strate, du brassage et leur interaction sont introduits dans le modèle.

2. RÉSULTATS

2.1. Matériels de stockage du lisier, de brassage et d'épandage employés par les éleveurs enquêtés

Dans notre enquête, les fosses échantillonnées contenaient en moyenne 350 m³ de lisier. Sur les 19 brasseurs mis en oeuvre dans les élevages, nous avons 16 malaxeurs à hélice, entraînés par la prise de force du tracteur et 3 brasseurs électriques submersibles. Le temps de brassage moyen avant le début de la séquence d'épandage est de 39 minutes avec un minimum à 15 minutes et un maximum à 75 minutes. Pour le groupe 3, le brassage pendant l'épandage est très

variable tant sur le nombre de séquences (de 1 à 6) que leur durée (de 10 minutes au brassage permanent). La reprise du lisier par l'épandeur s'effectue généralement par dépression. Les tonnes à lisier ont un volume moyen de 10,4 m³ (de 4 à 18 m³) et sont équipées pour 74 % d'entre elles de buses d'épandage à palette.

2.2. Composition du lisier, effet du stade physiologique

Pour l'ensemble des lisiers étudiés, la concentration en azote ammoniacal s'élève à 2,99 g/l et la densité est de 1025 (tableau 1). Pour les autres éléments fertilisants estimés par densimétrie, nous obtenons une composition moyenne NPK de 4,3-3,9-2,7 g/l. La détermination de la concentration du lisier en azote total, donne avec le Quantofix, une valeur supérieure de 0,5 g/l, soit 4,8 g/l. Cet écart est beaucoup plus important pour le lisier de truie (tableau 1) mais ce lisier n'a été observé que pour un faible effectif de fosses.

Du fait de la conception des bâtiments, les fosses de stockage extérieures contiennent du lisier issu de un ou plusieurs stades physiologiques différents. Sur les 28 fosses échantillonnées, 19 contenaient un lisier mixte (truies, porcs charcutiers et post-sevrage), 7 ne contenaient que du lisier de porcs charcutiers et 2 du lisier de truies. Cette origine influence significativement la composition initiale du lisier (tableau 3). Le lisier de porc charcutier est plus concentré en azote ammoniacal que le lisier mixte et de truies (respectivement 3,7 vs. 2,9 et 1,7 g/l), soit pour l'azote total, des concentrations de 5,9 vs. 4,7 et 2,5 g/l (tableau 1). L'effet du stade physiologique des porcs influence la densité du lisier dans une moindre mesure que l'azote ($p=0,07$). Le lisier mixte semble cependant plus dilué que le lisier de porc charcutier avec un taux de matières sèches inférieur de 20 %.

2.3. Variabilité de la composition du lisier selon le lieu de prélèvement

L'analyse de la composition du lisier dans la fosse de stockage montre une stratification significative de l'azote ammoniacal ($p<0,002$), de la densité ($p<0,001$) et des éléments fertilisants estimés à partir de la densité. Le lisier est plus concentré dans le fond de la fosse que dans sa partie surnageante en azote ammoniacal (3,33 vs. 2,65 g/l) et total

Tableau 1 - Composition du lisier épandu selon son origine et la méthode d'estimation (1).

		Paramètres mesurés		Paramètres estimés (2)				
				Quantofix	Densimétrie			
Origine du lisier	Effectif	NH ₄ ⁺	Densité	N total	N total	MS	P ₂ O ₅	K ₂ O
Toutes fosses	28	2,99	1025	4,8	4,3	50,2	3,9	2,7
Engraissement	7	3,74	1029	5,9	4,8	58,4	4,6	3,1
Truies	2	1,71	1027	2,5	4,6	54,5	4,3	2,9
Mixte	19	2,89	1024	4,7	4,1	46,8	3,7	2,6

(1) Moyennes arithmétiques en kg/ m³.

(2) BERTRAND (1985)

Tableau 2 - Comparaison de la composition du lisier dans la fosse de stockage et l'épandeur. Efficacité du brassage. (1)

	Épandeur	Avant brassage			Après brassage			ETR (2)	Niveaux de signification				
		Total fosse	Haut	Milieu	Fond	Total fosse	Haut		Milieu	Fond	S	B	S*B
NH₄⁺	2,99	2,95	2,65	2,86	3,33	2,82	2,62	2,78	3,05	0,64	0,002	0,36	0,77
N total (3)	4,79	4,66	3,96	4,44	5,63	4,50	4,03	4,36	5,11	1,16	0,0001	0,20	0,57
Densité	1024,8	1024,7	1014,2	1019,2	1048,2	1025,8	1018,9	1021,6	1043,1	11,5	0,0001	0,02	0,16
MS	50,2	49,1	28,1	39,2	93,3	52,1	37,9	43,6	86,8	21,5	0,0001	0,009	0,25
P₂O₅	3,96	3,85	2,09	3,02	7,05	4,10	2,92	3,39	7,00	1,78	0,0001	0,009	0,25

(1) Moyenne arithmétique en kg/ m³.

(2) Écart-type résiduel

S : strate, B: brassage, S*B : Interaction strate*brassage, MS: matières sèches.

(3) Estimation par Quantofix

(5,63 vs. 3,96 g/l), le taux de matières sèches est également 3 fois plus élevé (9,3 vs. 2,8 %, tableau 2). Nos valeurs suggèrent que le brassage a un effet sur l'enrichissement de la partie surnageante et intermédiaire du lisier au détriment de la couche sédimentaire. L'interaction strate*brassage n'est cependant pas significative (p= 0,16).

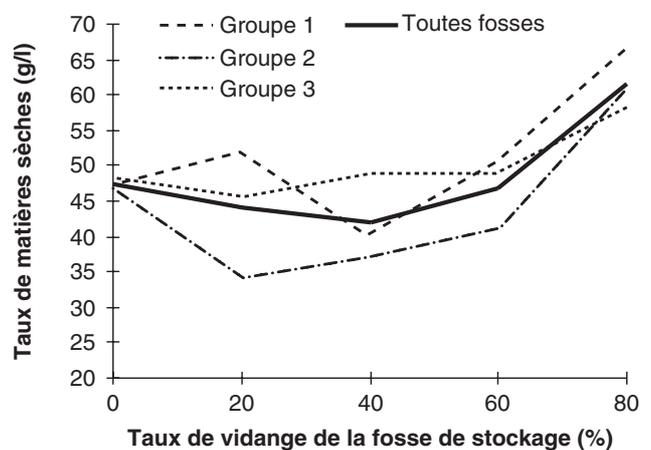
Avec la méthode d'échantillonnage et de calcul retenue, la valeur fertilisante du lisier dans la fosse de stockage sur un lisier au repos est identique à ce qui a été obtenu à partir de l'épandeur (NH₄⁺= 3 g/l; densité= 1025). La composition du lisier obtenue dans la fosse de stockage après brassage semble moins représentative de la composition du lisier épandu avec 0,2 g/l d'azote ammoniacal en moins et un point de densité supplémentaire. Ces différences ne sont cependant pas significatives.

2.4. Évolution de la composition du lisier dans l'épandeur au cours de la vidange de la fosse de stockage. Influence du brassage

Le taux de vidange de la fosse de stockage influe sur la densité (p< 0,05) et le taux de matières sèches (p< 0,01) du lisier contenu dans l'épandeur. Pour l'ensemble des groupes étudiés, la densité du lisier baisse légèrement de 1023,6 à 1021, du début jusqu'à 40 % de vidange de la fosse. Il en résulte une réduction de 12 % du taux de matières sèches. A 60 % de vidange, la densité retrouve sa valeur initiale pour

ensuite augmenter de façon importante en fin de vidange (+ 7 points de densité, figure 1). Le taux de matières sèches s'élève donc de + 2 g/l, soit + 47 % entre le milieu et la fin de l'épandage. Pour le P₂O₅, élément insoluble très lié à la matière sèche, les analyses montrent une augmentation de sa concentration dans des proportions équivalentes.

Pour l'azote ammoniacal, la concentration du lisier se stabilise entre 2,8 et 3,0 g/l au cours de la vidange de la fosse de

Figure 1 - Évolution du taux de matières sèches du lisier épandu au cours de la vidange de la fosse de stockage.**Tableau 3** - Évolution de la composition du lisier épandu au cours de la vidange de la fosse de stockage (1).

	Taux de vidange de la fosse (%)					ETR (2)	Niveaux de signification		
	0	20	40	60	80		O	T	T*G
NH₄⁺	2,84	2,81	2,79	2,86	2,97	0,30	0,0001	0,37	0,80
N total (3)	4,51	4,42	4,38	4,51	4,80	0,60	0,0001	0,18	0,89
Densité	1023,6	1023,4	1021,0	1023,6	1030,8	10,1	0,07	0,03	0,60
MS	47,5	44,0	42,0	46,9	61,7	18,6	0,01	0,009	0,73
P₂O₅	3,70	3,42	3,26	3,65	4,90	1,57	0,01	0,009	0,73

(1) Moyennes ajustées, en kg/ m³. O : origine du lisier, T : taux de vidange de la fosse de stockage,

T*G : interaction taux de vidange*groupe de brassage, MS: matières sèches.

(2) Écart-type résiduel

(3) Estimation par Quantofix

stockage. En fin de vidange, l'augmentation de la concentration de l'azote total est plus marquée que celle de l'azote ammoniacal (+ 0,3 g/l) mais elle n'est pas significative ($p=0,18$).

Dans notre étude, l'analyse de variance n'a montré aucune interaction significative entre le taux de vidange et le groupe de brassage sur la composition du lisier. La mise en oeuvre d'un système de brassage ne permettrait pas de supprimer l'enrichissement du lisier en fin de vidange. Toutefois la comparaison des écart-types de composition du lisier issu de l'épandeur, calculés pour chacune des fosses, semble montrer que le brassage réduit la variabilité de la composition du lisier en cours d'épandage. La différence est importante entre le groupe 1 comparativement aux groupes 2 et 3 (écart-types respectifs 29,9 vs. 13,7 et 13,0 kg MS/ m³). Il semble que les séquences supplémentaires de brassage mises en oeuvre dans le groupe 3 n'améliorent pas cette homogénéité comparativement au lisier du groupe 2.

3. DISCUSSION

3.1. Pratiques de brassage et d'épandage

Pour brasser le lisier de porc en fosse de stockage, les éleveurs utilisent majoritairement des malaxeurs à pâles entraînés par la prise de force du tracteur. Ce matériel présenterait l'avantage d'être mobile et peu onéreux notamment dans la mesure où il est en propriété multiple. Lorsque les contraintes de temps de travaux deviennent importantes, le matériel doit circuler rapidement et les éleveurs peuvent difficilement poursuivre le brassage tout au long de la période d'épandage. La poursuite du brassage pendant l'épandage nécessite généralement un second tracteur et un matériel de brassage ou de recyclage en propriété. Pour ce groupe, la volonté d'épandre un effluent homogène et de supprimer la couche sédimentaire est forte. Chez les éleveurs ne pratiquant aucun brassage du lisier, les causes sont variées: difficulté d'accès à la fosse ou investissements considérés comme trop élevés. Ils souhaitent parfois éviter de perdre de l'azote par volatilisation. Dans ce groupe, de nombreux éleveurs, (non retenus dans notre étude) tentent d'homogénéiser le lisier par la vidange des pré-fosses dans la fosse de stockage ou le mélange de lisier de fosses à fosses avant ou pendant l'épandage.

Par ailleurs, les fosses de stockage extérieures sont dépourvues de puisard, elles ne sont pas totalement vidangeables. Les éleveurs ne dépassent généralement pas 80 % de vidange des fosses de stockage, il est même bien souvent inférieur. Une capacité utile réduite peut être gênante notamment en période hivernale car les conditions climatiques ne sont pas toujours favorables à une reprise précoce des épandages.

3.2. Composition des lisiers

La moyenne des valeurs de densité obtenue dans l'épandeur est de 1025, soit la même valeur que celle obtenue par BERTRAND (1985) sur 108 fosses. Normalement avec la maîtrise progressive du taux de dilution des effluents, nous aurions dû observer une augmentation de la densité mais le

mois d'avril 1998, exceptionnellement pluvieux, est probablement à l'origine d'une dilution des lisiers. Les analyses effectuées au Quantofix et au densimètre nous permettent d'estimer une composition moyenne des lisiers en N, P₂O₅ et K₂O légèrement inférieure à 5-4-3. Cependant nos résultats montrent que cette référence est difficilement applicable étant donné les différences de composition de lisier observées entre élevage.

Les deux méthodes d'estimation de la composition du lisier, Quantofix et densimétrie, semblent donner des concentrations différentes pour l'azote total. Des analyses de laboratoire seraient à envisager pour déterminer la plus fiable de ces deux méthodes d'analyse. DUMORTIER et al. (1996) a montré que les valeurs obtenues par densimétrie étaient peu différentes ou légèrement inférieures pour la matière sèche et l'azote total et généralement surévaluées de 30 % pour le P₂O₅. Les lisiers épandus auraient donc une composition NPK plutôt proche de 4,5-3-3.

3.3. Évolution et variabilité de la valeur fertilisante du lisier au cours de la vidange de la fosse de stockage

L'évolution de la composition du lisier au cours de la vidange de la fosse de stockage permet de confirmer les travaux des EDE des Pays de la Loire (1988, non publiés). Au début de la vidange de la fosse de stockage, après aspiration des sédiments autour du point de reprise du lisier, c'est la partie la moins chargée en matières sèches qui se déplace. La couche sédimentaire n'est aspirée que brutalement et tardivement. Ce volume de lisier « enrichi » n'est pas à négliger pour de grand volume de stockage. D'un point de vue agronomique, l'adaptation des volumes de lisier à épandre dépendra des objectifs de fertilisation et des constituants minéraux à considérer. La concentration azotée du lisier augmente assez peu en fin de vidange car cet élément se retrouve essentiellement sous forme ammoniacale, élément soluble. Par contre, pour les éléments fertilisants liés à la matière sèche tel que le P₂O₅, la dose épandue devrait être réduite en fin de vidange, de presque 50 % sur des surfaces agricoles déjà bien pourvues en phosphore. Sur des sols normalement pourvus, la solution consisterait soit en une baisse légère du volume de lisier épandu soit à l'adaptation ultérieure d'un engrais minéral complémentaire faiblement pourvu en P₂O₅.

Dans notre étude, nous n'avons pas pu mettre en évidence que le brassage permettait de réduire cet enrichissement en fin de vidange. Nos résultats tendraient à indiquer une élévation moins marquée du taux de matières sèches en fin de vidange avec le groupe 3 comparativement au groupe 1. L'absence d'effet significatif pourraient être en partie dû à un effectif de fosses trop faible en comparaison de la variabilité des résultats. Par ailleurs, il est également possible que les puissances de brassage mises en oeuvre soient insuffisantes. La densité du lisier en fond de fosse demeurent inchangée après brassage, au point de reprise du lisier. Comme l'avait précédemment montré DELISLE (1995, cités par BEAUDET, 1996), les fosses à lisier de porcs ne sont pas suffisamment brassées lorsque la vidange débute.

Nous avons cependant mis en évidence que le brassage a permis d'améliorer la régularité de la valeur fertilisante du lisier au cours de la vidange de la fosse de stockage. Ces résultats confirment ceux de KEUNING (1986, cité par PRINS et SNIJDERS, 1987) qui avaient obtenus des résultats similaires mais uniquement sur deux fosses et pour un taux de vidange de la fosse limité.

3.4. Échantillonnage

Afin de connaître la composition du lisier à l'épandage, nous recommandons une analyse sur les 3 ou 4 premières tonnes immédiatement après le remplissage quand le lisier est encore bien mélangé. Excepté en fin de vidange, les valeurs de composition du lisier demeurent relativement constantes, notamment pour un lisier brassé. Dans un objectif de fertilisation, cette méthode d'échantillonnage nous semble suffisamment précise. L'utilisation d'un Quantofix et d'un densimètre quoique moins précis que des analyses de laboratoire, présente l'avantage de fournir des résultats immédiats pour un faible coût. Dans un objectif de recherche, l'échantillonnage du lisier doit être poursuivi en cours d'épandage pour une meilleure représentativité (BEAUDET, 1996). Ces prélèvements successifs nous semblent cependant contraignant donc peu réalisables en élevage.

Si l'éleveur souhaite connaître la composition de ses effluents d'élevage avant la période d'épandage, il devra

s'équiper d'une sonde à prélèvement pour pouvoir réaliser un carottage dans la fosse de stockage soit sur toute la hauteur de lisier soit sur différentes strates équidistantes (BERNARD, 1994). Le cas échéant, les valeurs des analyses effectuées sur la partie surnageante de la fosse de stockage risquent d'être relativement peu fiables. D'après nos résultats, elles devraient être majorées de 20 % environ pour l'azote total.

CONCLUSION

Les techniques de brassage mises en œuvre dans les fosses de stockages semblent intéressantes d'un point de vue agronomique car elles permettraient bien de réduire la variabilité de la valeur fertilisante du lisier au cours de l'épandage. Cependant, elles manquent probablement d'efficacité pour une évacuation complète de la couche sédimentaire du fond de la fosse de stockage. Ces dépôts sont responsables de l'enrichissement de la valeur fertilisante du lisier en fin d'épandage.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la société ALCYON, les groupements de producteurs ARCO, COOPAGRI, COOPERL et les éleveurs ayant contribué au bon déroulement de cette étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEAUDET P., 1996. Compte rendu de recherche en sciences du sol. AGROSOL, 9 (1), n°1, p 5-13.
- BERNARD INC., 1994. Rapport de synthèse. Ministère de l'environnement et de la faune du Québec. QEN/AE94-5/6. 146 p.
- BERTRAND M., 1985. CEMAGREF Rennes. RNED 20 p.
- CUMBY T.R., SLATER N.K.H., 1990. J. agric. Engng. Res, 45, 187-207.
- DUMORTIER J., JEGOU J.Y., CALLAREC J., TOULARASTEL P., QUILLIEN J.P., 1996. Étude EDE et CA de Bretagne. 68 p.
- PRINS W.H., SNIJDERS P. J. M., 1987. Animal manure on grassland and fodder crops. Fertilizer or waste ? Ed.: Meer H.G. van der; Unwin R.J., Dijk T.A.van; Ennik G.C.. 32 ref., 120-135.
- SAS, 1990. User's guide: statistics. Version 6.12. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.
- TUNNEY H., BERTRAND M., 1989. In : Agricultural engineering. Proceedings of the 11 th international congress, Dublin, 4-8 september, 363-370.